

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-162361

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) IntCl. ⁸	識別記号	F I
H 0 1 J 17/16		H 0 1 J 17/16
C 0 3 C 10/00		C 0 3 C 10/00
G 0 9 F 9/30	3 2 4	G 0 9 F 9/30 3 2 4
H 0 1 J 11/02		H 0 1 J 11/02 Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平9-326777	(71) 出願人	000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田島羽殿町 6 番地
(22) 出願日	平成 9 年(1997) 11月27日	(72) 発明者	西岡 尉彦 鹿児島県国分市山下町 1 番 4 号 京セラ株式会社総合研究所内
		(72) 発明者	逆瀬川 清浩 鹿児島県国分市山下町 1 番 4 号 京セラ株式会社総合研究所内
		(72) 発明者	加藤 雅史 鹿児島県国分市山下町 1 番 4 号 京セラ株式会社総合研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマディスプレイパネル

(57) 【要約】

【課題】放電表示セルを構成する隔壁の比誘電率や誘電損失、抵抗率等の電気的特性を維持し、放電で発生するプラズマのアドレス応答性を良好に保つために駆動装置自体を変更したりすることなく、PDPの駆動中にも絶縁基板の熱変形等による寸法ずれ等を発生しない良好な隔壁を有すると共に、高精細度化が実現できるPDPを提供する。

【解決手段】放電表示セルを構成する隔壁又は欠損部を補填した隔壁を形成するガラスを主成分とする焼成体が、無機充填材として相の異なるSiO₂系成分を前記ガラス100重量部に対して1~40重量部の割合で含有し、線膨張係数が7.0~9.0ppm/℃、100kHzにおける比誘電率が8.0以下、誘電損失が1.0%以下、かつ歪点が400~500℃である隔壁を有するPDP。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】プラズマディスプレイパネルの放電表示セルを構成する隔壁又はその一部が、低温焼成可能なガラスを主成分とする焼成体中に無機充填材として熔融シリカ、 α -クォーツ、クリストバライトの二種類以上を、ガラス 100 重量部に対して 1~40 重量部の割合で含有して成り、該焼成体の線膨張係数が $7.0 \sim 9.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ で、100 kHz における比誘電率が 8.0 以下であり、誘電損失が 1.0% 以下、かつ至点が 400~500 $^\circ\text{C}$ であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 2】前記焼成体を構成するガラスがホウケイ酸亜鉛系ガラスに Li、Na、K、Rb、Cs のアルカリ金属の二種類以上の酸化物を含有して成り、該焼成体の 100 kHz における比誘電率が 7.0 以下、かつ誘電損失が 0.5% 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマディスプレイパネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高精度かつ安価な薄型軽量の大型画面用カラー画像表示装置等の発光素子として用いられるプラズマディスプレイパネル（以下、PDP と略記する）に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から画像表示装置として多用されてきた CRT は、容積及び重量が大で高電圧が必要であるという欠点から、近年のマルチメディアの浸透に伴い、情報のインターフェースとして発光ダイオード（LED）や液晶表示素子（LCD）、あるいは PDP 等の大型画面で高画質、その上、薄型軽量で設置場所を選ばない等の特徴を有する平面画像表示装置が開発され、これらの利用範囲が拡大しつつある。

【0003】かかる平面画像表示装置としては、とりわけプラズマ発光を利用した PDP が大型画面用カラー画像表示装置の発光素子として将来性が注目されている。

【0004】このような PDP は、背面板と正面板を成す一対の平坦な絶縁基板と、その空間を仕切る隔壁で囲まれた微小な放電表示セル内に、対向する電極群を設けると共に、前記空間に希ガス等の放電可能なガスを気密封入した構造を成しており、前記対向する電極間に電圧を選択的に印加して放電によりプラズマを発生させ、該プラズマから放出される紫外光により放電表示セル内壁に形成した蛍光体を発光させて画像表示装置の発光素子として利用するものである。

【0005】従って、前記隔壁は放電によって発生したプラズマの漏洩による放電表示セルの表示色の混合を防ぐために設けられるものであるが、かかる隔壁は 100 kHz における比誘電率が 12 を越え、誘電損失も 10% を越えることから、アドレス期間中の電束分布を放電空間に集中させることができず、発光効率を下げる原因

となる他、前記放電表示セルの静電容量が大となることから、PDP を駆動する際の放電電極間の駆動電流が大きいために PDP の消費電力が引き上げられ、電源設備が大型化するという問題があった。

【0006】そこで前記問題を解消するために、放電表示セルの静電容量を低減すべく低誘電率の低融点ガラス材料から成る誘電体層を放電電極に被覆したり、該低融点ガラス材料から成る誘電体で隔壁を構成すること等が提案されている（特開平 8-77930 号、特公平 7-24189 号公報参照）。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記提案では使用する低融点ガラスは低誘電率ではあるものの、線膨張係数 $7.0 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 未満となって絶縁基板との熱膨張差から PDP の製造工程の焼成過程で、昇温時に隔壁にクラック等の欠陥を生じるという課題があった。

【0008】また、PDP の点灯時には、駆動電力によって PDP 全体が 150 $^\circ\text{C}$ 以上に温められ、その結果、前記同様の線膨張係数の違いから絶縁基板に反りを生じたりするという課題もあった。

【0009】その結果、隔壁に発生したクラックにより放電表示セルに設けた蛍光体が該クラックから流出して混合してしまったり、前記熱膨張差により放電表示セルの位置ずれが生じて高精度で、かつ正確なアドレスができないことがある等の課題があった。

【0010】また、線膨張係数を制御する目的で低誘電率の低融点ガラス材料に低い線膨張係数を有する添加物を加えると、隔壁の比誘電率や誘電損失、抵抗率等の電気的特性が変化し易く、その結果、PDP の浮遊容量が変化するため、放電で発生するプラズマのアドレス応答性を良好に保つためには印加する電圧を変えるか、あるいは駆動回路を変更する等の駆動装置の設計変更が必要になるという課題があった。

【0011】

【発明の目的】本発明は前記課題に鑑み成されたもので、その目的は、放電表示セルを構成する隔壁の比誘電率や誘電損失、抵抗率等の電気的特性を維持したまま、線膨張係数を制御することによって、放電で発生するプラズマのアドレス応答性を良好に保つために印加する電圧を変えたり、駆動回路を変更したりする等の駆動装置自体を変更したりすることなく、PDP の駆動中にも絶縁基板の熱変形等による寸法ずれ等を発生しない良好な隔壁を有すると共に、高精度化が実現できる PDP を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者等は前記課題に鑑み鋭意検討した結果、低温焼成が可能で、かつ焼成体の比誘電率が低いガラスに低い線膨張係数を有する SiO₂ 系材料を分散させた焼成体で隔壁又は隔壁の一部を

形成したPDPでは、所定の電気的特性を維持したまま、線膨張係数を低くすることが可能となり、前記課題が解消できることを見だし、本発明に至った。

【0013】即ち、本発明のPDPは、放電表示セルを構成する隔壁あるいは欠損部を補填した隔壁が、低温焼成可能なガラスを主成分とする焼成体から成り、該焼成体中に前記ガラス100重量部に対して熔融シリカ、 α -クォーツ、クリストバライトの二種類以上を無機充填材として1~40重量部の割合で含有して成り、その線膨張係数が7.0~9.0ppm/℃で、100kHzにおける比誘電率が8.0以下であり、誘電損失が1.0%以下、かつ歪点が400~500℃であることを特徴とするものである。

【0014】更に、本発明のPDPは、前記低温焼成可能なガラスが、ホウケイ酸亜鉛系ガラスにLi、Na、K、Rb、Csのアルカリ金属の二種類以上の酸化物を含有して成るもので、前記ガラスを含む焼成体の100kHzにおける比誘電率が7.0以下で、かつ誘電損失が0.5%以下であるものがより望ましい。

【0015】

【作用】本発明のPDPによれば、PDPの放電表示セルを構成する隔壁又はその一部が、低温焼成が可能なガラスを主成分とする焼成体中に、SiO₂系材料として相の異なるものを無機充填材として所定範囲で混合物中に均一に分散含有したものであることから、線膨張係数を制御できると共に、隔壁にクラック等の欠陥を生ぜず、しかもパネルの点灯時に絶縁基板の反りが発生しないことから、蛍光体自体が隣接する放電表示セル同士で混合したり、放電表示セルの位置ずれを生じたりすることなく、高精細のアドレスが可能となる。

【0016】また、前記相の異なるSiO₂系材料は、誘電特性を変えないので、駆動装置の設計が容易となる。

【0017】更に、本発明のPDPは、駆動時における絶縁基板の熱変形の影響が小さく、高い寸法精度を有する隔壁が得られると共に、均一かつ高精細で微細なピッチを有する大型画面化が可能な隔壁を有するPDPが得られる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明のPDPについて詳細に説明する。

【0019】本発明のPDPの隔壁又はその一部を形成する焼成体の主成分を成すガラスは、550℃以下の低温焼成が可能なもので、例えば鉛やアルカリ、リン等を含有する各種ガラスが挙げられ、前記ガラスとしては該ガラスの歪点の低下とPDPの発光効率を向上させる誘電特性を有するという点からは、アルカリ金属の酸化物がガラス熔融時に融剤として作用するものであることから、Li、Na、K、Rb、Csのアルカリ金属の二種類以上を含有することがより望ましく、最終的にLi₂

O、Na₂O、K₂O、Rb₂O、Cs₂Oの酸化物となればいずれの形態でも採用し得る。

【0020】とりわけ、Ag電極の拡散を防止する点からは異種アルカリ酸化物のクラスターを形成し易いものとして、原子量の大きく異なる組み合わせが好ましく、例えばLiとCs、NaとRbの組み合わせが好適である。

【0021】また、特に発光効率の向上に好適な誘電特性を具備し、機械的強度や製造工程における化学的耐久性を具備するという点では、かかるガラスとしてはホウケイ酸亜鉛系ガラスに前記アルカリ金属の酸化物を含有するものがより望ましい。

【0022】特に、前記ホウケイ酸亜鉛ガラスとしては、それぞれ以下に詳述する理由により25~60重量%のB₂O₃と、20~45重量%のZnOと、10~20重量%のSiO₂と、1~5重量%のAl₂O₃と、2~8重量%のZrO₂とから成り、前記アルカリ金属のうち、二種類以上を酸化物で6~14重量%含有するものがより望ましい。

【0023】即ち、前記ホウケイ酸亜鉛系ガラスの組成中、前記ガラス熔融時に融剤として作用し、強固なガラスを作る効果を有するB₂O₃は、PDPの絶縁基板との熱膨張率の整合から前記含有量がより望ましい。

【0024】また、表面硬度を高くする高融点ガラスの主要成分であり、比誘電率を低下させるSiO₂は、歪点と比誘電率及び表面硬度の点から前記含有量がより望ましいものである。

【0025】一方、前記ZnOは化学的耐久性を増大させ、歪点を下げる効果を奏するものであり、歪点からは前記含有量が好適となる。

【0026】更に、Al₂O₃はガラスの分相を防ぎ化学的耐久性を向上し、隔壁の強度を増し絶縁基板との熱膨張率の整合を図るために含有させるものであり、歪点と強度の点からは前記含有量がより好ましいものである。

【0027】また、ZrO₂は隔壁を白色化に寄与するものであり、歪点との関係から前記含有量が望ましい。

【0028】一方、本発明の無機充填材としては、低い線膨張係数を有するSiO₂系材料の内、熔融シリカ、 α -クォーツ、クリストバライト等が好適であり、隔壁材料のガラスの線膨張係数が7.0ppm/℃未満の場合には、 α -クォーツを主体にクリストバライトを添加し、前記隔壁材料のガラスの線膨張係数が9.0ppm/℃より大の場合には、同じく α -クォーツを主体に熔融シリカを添加するのが望ましいが、その混合比は10対1を越えないようにし、かつ添加量の少ない方は前記ガラスの100重量部に対して1重量部以上、添加することが望ましい。

【0029】従って、前記SiO₂系材料の無機充填材としては、熔融シリカ、 α -クォーツ、クリストバライ

トの二種類以上が、ガラス100重量部に対して1重量部未満になると絶縁基板との熱膨張差を小さく制御することが困難となり、その結果、機械的強度の低下を招く恐れが大となり、40重量部を越えると焼成温度が高くなり過ぎて隔壁形状が崩れてしまう恐れがあることから、1~40重量部に限定され、隔壁の機械的強度と焼成温度の点からは20~30重量部程度が好適である。

【0030】尚、本発明のPDPには、前記低温焼成可能なガラスとSiO₂系材料の無機充填材以外に、適宜、第3の成分を添加して比誘電率や誘電損失、抵抗率等の電気的特性や線膨張係数を調整することや、隔壁を白色化して可視光の反射率を向上させるものとして前記ZrO₂やTiO₂等を添加することも可能である。

【0031】また、PDPの放電表示セルを構成する隔壁を積層して成形したり、隔壁成形体のダレや低融点物質の溶融による隔壁の曲がりや反り等の変形を抑制し、成形体の強度を向上するためには、前記ガラスに例えばAl₂O₃やZrO₂等の酸化物系セラミックスや、Si₃N₄等の非酸化物系セラミックスをはじめ、希土類元素の酸化物や周期律表第3a族元素の酸化物等を随時添加することも可能である。

【0032】そのように特性の改善を図るべくセラミックス等を添加する場合には、分散剤や粘度調整剤等を適宜、その種類と含有量を選択して使用することが望ましく、隔壁を形成する無機成分の分散性を向上するものであれば特に限定するものではない。

【0033】次に、前記PDPの隔壁又はその一部を成す焼成体の線膨張係数が7.0ppm/℃未満、もしくは9.0ppm/℃を越える場合には、絶縁基板との熱膨張差が大きく、背面板に反りを生じたり、隔壁に応力が加わって欠け易く、焼成時に隔壁にクラックを発生させ易くなる。

【0034】従って、本発明のPDPの放電表示セルを構成する隔壁又はその一部を成す焼成体の線膨張係数は7.0~9.0ppm/℃に特定される。

【0035】次に、本発明のPDPの放電表示セルを構成する隔壁の焼成体は、100kHzにおける比誘電率が8.0を越えると、十分に放電空間に電束分布を集中させることができず、発光効率の向上及び消費電力の低減という作用効果が小さくなる。

【0036】また、前記焼成体の誘電損失が1.0%を越えると、隔壁部でのエネルギー損失や印加電圧パルスに対する応答の遅れが大きく、消費電力を増大させる原因となる。

【0037】従って、本発明では100kHzにおける比誘電率が8.0以下、かつ誘電損失が1.0%以下に特定され、発光効率の向上及び消費電力の低減という点からは100kHzにおける比誘電率が7.0以下、かつ誘電損失が0.5%以下であることがより望ましい。

【0038】尚、前記焼成体の歪点が400℃未満の場

合には、焼成時に隔壁の曲がりや反り等の変形を生じ易くなり、500℃を越えると短時間焼成が困難となる。

【0039】従って、本発明では、前記焼成体の歪点は400~500℃の範囲であることが望ましく、焼成は隔壁用組成物が緻密化し、かつ絶縁基板と密着すれば良いことから、焼成温度は前記歪点以上で絶縁基板の歪点以下の温度であれば良く、具体的には530~550℃の温度範囲が好ましい。

【0040】

10 【実施例】次に、本発明のPDPを以下のようにして評価した。

【0041】先ず、ガラス粉末原料と相の異なるSiO₂系材料から成る無機充填材を表1に示す割合でそれぞれ秤量し、その他の無機成分としてZrO₂、TiO₂、CaO、MgO、Al₂O₃を表1に示す種類で添加し、それらをIPAを溶媒としてそれぞれ18時間、ボールミルにて湿式混合した。

20 【0042】尚、ガラス粉末に含有させるアルカリ金属の酸化物としてはLi₂O、Na₂O、K₂O、Rb₂O、Cs₂Oをそれぞれ添加した。

【0043】また、表1に記載したガラス粉末原料の区分は、その詳細を表2に示した。

【0044】尚、前記SiO₂系材料を含有しない組成から成るものを比較例とした。

【0045】

【表1】

試料 番号	PDPの隔壁用組成物 (重量部)			備考
	ガラス 原料 区分	無機充 填材 区分	その他の 成分 (重量部)	
* 1	①		ZrO ₂	比較例
2	"	①/②	TiO ₂	
3	"	"	CaO	
* 4	②	②/③	TiO ₂	比較例
5	"	"	ZrO ₂	
6	"	①/②	"、TiO ₂	
7	"	②	ZrO ₂	比較例
* 8	③	①/②	TiO ₂	
9	"	"	ZrO ₂	
10	"	"	"	10
11	"	"	"	
12	"	"	"	
13	"	"	"	
* 14	"	"	"	
15	"	②/③	"	
16	"	"	"	
17	"	"	"	
18	"	"	"	
19	"	"	"	
* 20	"	"	"	
21	"	①/②/③	CaO	
22	"	"	"	
23	"	"	"	
24	"	"	"	
25	"	"	"	
* 26	"	"	"	
27	④		ZrO ₂	比較例
28	"	②/③	MgO	
29	"	①/②	Al ₂ O ₃	
* 30	"	①/②/③	ZrO ₂	
31	⑤	②/③	MgO	
32	"	①/②	"	
* 33	"	①	Al ₂ O ₃	
34	⑥	①/②	"	
35	"	"	CaO	比較例
* 36	"	②	TiO ₂	
* 37	⑦	①	ZrO ₂	
38	"	②/③	"	
39	"	①/②	TiO ₂	

*印を付した試料番号は本発明の請求範囲外のものである。

* 30

成分	区分	組成
ガラス成分	①	B ₂ O ₃ -SiO ₂ -ZnO-Al ₂ O ₃ -ZrO ₂
	②	B ₂ O ₃ -SiO ₂ -ZnO-Al ₂ O ₃ -Li ₂ O-Rb ₂ O
	③	B ₂ O ₃ -SiO ₂ -ZnO-Al ₂ O ₃ -ZrO ₂ -Li ₂ O-Na ₂ O
	④	B ₂ O ₃ -SiO ₂ -ZnO-Al ₂ O ₃ -TiO ₂ -Na ₂ O-K ₂ O
	⑤	PbO-SiO ₂ -B ₂ O ₃ -ZrO ₂ -TiO ₂
無機 充填材	⑥	PbO-SiO ₂ -B ₂ O ₃ -ZrO ₂ -TiO ₂ -MgO
	⑦	P ₂ O ₅ -SiO ₂ -B ₂ O ₃ -ZnO
ガラス成分	⑧	溶融シリカ
	⑨	α-クォーツ
	⑩	クリストバライト

【0047】次いで、前記混合物を乾燥後、800℃の温度で2時間焼成してから乳鉢で粗く粉碎した後、再びIPAを溶媒としてそれぞれ18時間、ボールミルにて湿式で粉碎混合した。

【0048】その後、前記粉碎混合物に周知の有機性添加物から成るバインダーを添加して攪拌した後、50メッシュの網を通して得られた造粒体を1000kg/cm²の圧力で直径20mm、厚さ4mmの円板状に成形し、該成形体を表3に示す各焼成温度で20分間焼成し

た。

【0049】その後、前記円板状の焼成体を研磨加工して直径17mm、厚さ2mmの円板を作製し、両端面にIn-Ga電極を塗布して評価用の試料を得た。

【0050】かくして得られた評価用の試料をLCRメータを用いて、雰囲気温度が25℃、100kHz (AC100V) の条件で比誘電率、誘電損失を測定した。

【0051】一方、線膨張係数の評価試料は、前記粉碎混合物の造粒体を500kg/cm²の圧力で直径5mm

m、高さ13mmの円柱状に成形し、表3に示す焼成温度で20分間焼成した後、該焼成体の両端面をそれぞれ平行に研磨して高さ10mmとしたものを用い、大気中、20℃/min.の昇温速度で該評価試料の長さの変化を測定して線膨張係数を求めた。

【0052】次に、前記評価用試料の歪点は、室温から700℃の温度範囲における線膨張を測定して変曲点から決定した。

【0053】

【表3】

試料 番号	焼成 温度 ℃	線膨張 係数 ppm/℃	比 誘電率 ε	誘電 損失 tanδ %	歪点 ℃	備考
* 1	550	8.8	8.5	1.3	482	比較例
2	"	7.2	7.8	0.8	491	
3	"	8.9	7.9	0.9	488	
* 4	"	8.8	8.2	1.2	482	比較例
* 5	545	8.8	8.1	1.1	482	
6	"	7.7	7.8	0.8	483	
7	"	8.8	8.5	"	481	比較例
* 8	"	10.1	8.3	1.4	478	
* 9	540	8.2	8.9	1.3	473	
10	545	7.8	7.4	0.8	478	
11	540	8.4	8.8	0.4	472	
12	545	8.5	8.7	0.5	482	
13	"	8.3	7.1	"	477	
* 14	550	8.2	8.3	1.1	483	
15	540	7.8	7.5	0.7	471	
16	545	7.4	7.2	0.9	482	
17	540	8.3	8.7	0.6	473	
18	"	8.8	8.8	0.4	475	
19	550	7.8	7.4	0.9	484	
* 20	540	8.9	8.3	1.2	473	
21	545	8.4	7.8	0.8	481	
22	"	8.1	7.3	0.6	482	
23	540	8.2	8.4	0.4	488	
24	"	7.9	7.5	0.5	475	
25	545	7.7	7.3	0.8	482	
* 26	550	8.1	8.4	1.1	491	
* 27	"	8.8	8.1	1.6	489	比較例
28	"	7.5	7.2	0.7	488	
29	"	8.2	8.5	0.9	491	
* 30	545	8.5	10.2	1.2	484	
31	"	8.1	7.8	0.8	483	
32	"	8.8	7.9	0.6	482	
* 33	540	10.2	8.8	1.1	474	
34	"	8.7	7.1	0.9	475	
35	"	8.1	7.8	0.7	473	
* 36	535	10.1	10.2	1.3	488	
* 37	530	8.2	8.1	1.2	495	
38	"	8.8	7.5	0.9	463	
39	535	8.0	7.8	0.8	484	

*印を付した試料番号は本発明の請求範囲外のものである。

【0054】表から明らかなように、相の異なるSiO₂系材料を無機充填材として含有しない比較例の試料番号1、5、9、27では、線膨張係数がいずれも7.0ppm/℃未満と小さく、比誘電率や誘電損失も大であり電気的特性を満足するものではなく、一方、本発明の請求範囲外である試料番号4、8、14、26、30、33、36、37では、いずれも線膨張係数が9.0ppm/℃を越えたり、同じく試料番号20では線膨張係数が7.0ppm/℃未満となり、電気的特性も満足すべきものではない。

【0055】それらに対して、本発明にかかる試料番号のものは、いずれも線膨張係数が7.0～9.0ppm/℃の範囲内にあり、かつ比誘電率や誘電損失の電気的特性も満足すべきものが得られていることが分かる。

【0056】尚、本発明は前記詳述した実施例に何等限定されるものではない。

【0057】

【発明の効果】叙上の如く、本発明のPDPは、放電表示セルを構成する隔壁又は欠損部を補填した隔壁を形成する焼成体が、該焼成体の主成分であるガラス100重量部に対して無機充填材として相の異なるSiO₂系成分を1～40重量部の割合で含有し、線膨張係数が7.0～9.0ppm/℃で、100kHzにおける比誘電率が8.0以下、誘電損失が1.0%以下、かつ歪点が400～500℃であることから、放電表示セルの静電容量が小さく印加電圧パルスに対する応答性が良く、また、隔壁部でのエネルギー損失を低減できることから、アドレス期間に放電空間内の電束密度を高めて発光効率を向上させることができ、消費電力を低減できることは勿論、電気的特性を変えずに線膨張係数を自由に制御できることから、駆動装置の設計に支障をきたすことなく、欠陥や寸法ずれのない隔壁を有する高精細度化が可能なPDPが得られる。

フロントページの続き

(72)発明者 米山 健一

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72)発明者 半田 真一

滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ株式会社滋賀工場内